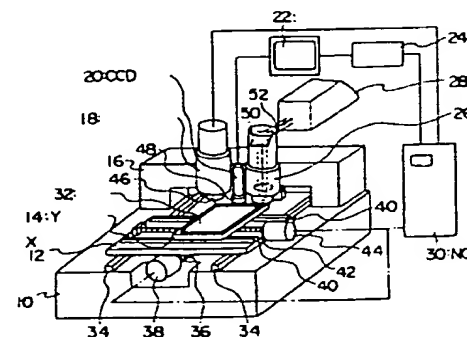


(54) METHOD AND DEVICE FOR CORRECTING WORKING POINT OF LASER BEAM MACHINE

- (11) 4-356389 (A) (43) 10.12.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-129161 (22) 31.5.1991
 (71) HITACHI SEIKO LTD (72) YOSHITATSU NAITOU(1)
 (51) Int. Cl. B23K26/02, B23K26/00, G05B19/18//H05K3/00

PURPOSE: To automatically correct a misalignment of a working point which follows a misalignment of an optical axis of a laser light.

CONSTITUTION: In a designated position of a work 32, a machining hole 64 and a laser beam machining hole 68 are formed, the machining hole 64 and the laser beam machining hole 68 are photographed as objects to be photographed, a result of this photographing is subjected to image processing and coordinate information of the machining hole 64 and the laser beam machining hole 68 is generated, and based on this coordinate information, a deviation of the center coordinate of the machining hole 64 and the center coordinate of the laser beam machining hole 68 is derived, and the coordinate information of a working point is corrected by using this deviation value as a correction value which follows a misalignment of an optical axis of a laser light 52.



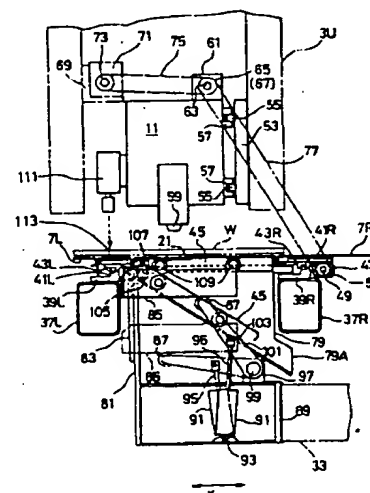
10: head, 12: X table, 14: Y table, 13: spindle main shaft, 20: CCD camera, 22: monitor device, 21: image processor, 26: laser main shaft, 28: laser oscillator, 30: NC device

(54) LASER BEAM MACHINE

- (11) 4-356390 (A) (43) 10.12.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-129945 (22) 31.5.1991
 (71) AMADA CO LTD (72) TAKESHI KUSAKA
 (51) Int. Cl. B23K26/02, B23K26/08, G05B19/19, H04N7/18

PURPOSE: To offer the laser beam machine of a uniaxial work and uniaxial light moving type, which can photograph a working point of a work, although it cannot be photographed up to the present.

CONSTITUTION: In a laser beam machine 1 moving a work W in the X axis direction, and also, moving a working head 11 in the Y axis direction, a photographing device 111 for photographing a working point of the work W is attached to one side face of the working head 11, and also, a light source 113 is provided on a cutting plate 21 moving in the same direction synchronizing with the working head 11.



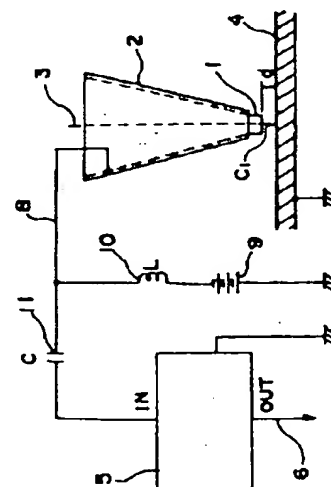
BEST AVAILABLE COPY

(54) CAPACITANCE TYPE HEIGHT SENSOR OF LASER BEAM MACHINE

- (11) 4-356391 (A) (43) 10.12.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-109252 (22) 14.5.1991
 (71) MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) TOSHIYUKI HOKODATE
 (51) Int. Cl. B23K26/04, G01B7/00, G01B7/14

PURPOSE: To suppress the plasma from generating between a nozzle and an object to be worked in the course of laser beam machining, and to stabilize the capacitance between a nozzle and the object to be worked.

CONSTITUTION: The laser beam machine is provided with a capacitance sensor for obtaining a detection value corresponding to a capacitance between a nozzle 1 and an object 4 to be worked by applying AC power between both of them, a DC power source 9 for obstructing the generation of plasma by applying a DC high voltage between both of them 1, 4, and a capacitor 11 and an inductor 10 for obstructing DC and AC, respectively. Also, this machine is provided with the capacitance sensor, and a DC power source for obstructing the generation of plasma by applying a DC high voltage to the outside periphery of the nozzle and the space between a conductor ring having a gap and the object to be worked. Since the capacitance between the nozzle and the object to be worked in the course of laser beam machining is stabilized, working can be executed with high accuracy.



5: capacitance sensor

特開平4-356389

(43) 公開日 平成4年(1992)12月10日

(51) Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/02		A 7920-4 E		
26/00	3 3 0	7920-4 E		
G 0 5 B 19/18		G 9064-3 H		
// H 0 5 K 3/00		N 6921-4 E		

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 6 頁)

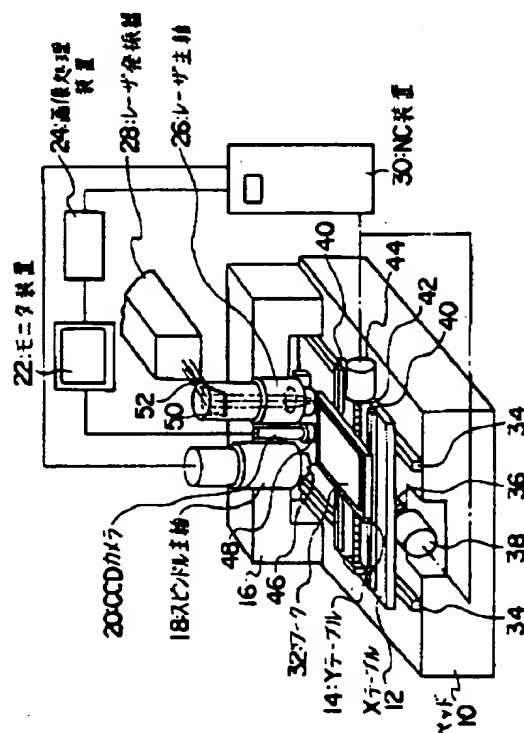
(21) 出願番号	特願平3-129161	(71) 出願人	000233332 日立精工株式会社 神奈川県海老名市上今泉2100
(22) 出願日	平成3年(1991)5月31日	(72) 発明者	内藤 芳達 神奈川県海老名市上今泉2, 100番地 日 立精工株式会社内
		(72) 発明者	荒井 邦夫 神奈川県海老名市上今泉2, 100番地 日 立精工株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 鶴沼 辰之

(54) 【発明の名称】 レーザ加工機の加工ポイント補正方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 レーザ光の光軸のずれに伴う加工ポイントのずれを自動的に修正することができること。

【構成】 ワーク32の指定の位置に機械加工穴64とレーザ加工穴68を形成し、機械加工穴64とレーザ加工穴68を被写体として撮像し、この撮像結果を画像処理して機械加工穴64とレーザ加工穴68の座標情報を生成し、この座標情報を基に機械加工穴64の中心座標とレーザ加工穴68の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光52の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 座標情報に従って加工対象の指定の位置に機械加工穴を形成し、その後座標情報に従ってレーザ加工機のレーザ光の光軸を機械加工穴と同じ指定の位置に位置決めし、この状態でレーザ加工機から加工対象の機械加工穴に向けてレーザ光を照射して加工対象にレーザ加工穴を形成し、次に加工対象の機械加工穴とレーザ加工穴を被写体として撮像し、この撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成し、この座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正するレーザ加工機の加工ポイント補正方法。

【請求項2】 座標情報に従って加工対象の指定の位置にレーザ加工穴を形成し、その後座標情報に従って加工対象のレーザ加工穴と同じ指定の位置に機械加工穴を形成し、次に加工対象の機械加工穴とレーザ加工穴を被写体として撮像し、この撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成し、この座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正するレーザ加工機の加工ポイント補正方法。

【請求項3】 座標情報に従って加工対象を測定位置に位置決めする第1位置決め手段と、第1位置決め手段により位置決めされた加工対象の指定の位置に機械加工穴を形成する機械加工手段と、座標情報に従ってレーザ加工機のレーザ光の光軸を機械加工穴と同じ指定の位置に位置決めする第2位置決め手段と、第2位置決め手段により位置決めされたレーザ加工機から加工対象に向けて照射されたレーザ光によるレーザ加工穴と機械加工手段による機械加工穴を被写体として撮像する撮像手段と、撮像手段の撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成する座標情報生成手段と、座標情報生成手段の生成による座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を算出する偏差算出手段と、偏差算出手段の算出による偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正する補正手段とを備えているレーザ加工機の加工ポイント補正装置。

【請求項4】 加工対象は、レーザ光に対して反射率の高い特性を示す高反射材とレーザ光に対して反射率の低い特性を示す低反射材とを接合した複合材から構成されている請求項4記載のレーザ加工機の加工ポイント補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【産業上の利用分野】 本発明はレーザ加工機の加工ポイント補正方法及びその装置に係り、特に、CO₂レーザ加工機における光学系のずれを補正して正確な加工ポイントにレーザ加工を施すに好適なレーザ加工機の加工ポイント補正方法及びその装置に関する

【0002】。

【従来の技術】 従来、CO₂レーザ加工機として図6に示されるものが知られている。このレーザ加工機のベッド100上にはガイド102を介してXテーブル104がガイド102に沿って移動可能に配置されており、Xテーブル104上にはガイド106を介してYテーブル108がガイド106に沿って移動可能に配置されている。Xテーブル104はボールスクリュ110と連結され、Yテーブル108はボールスクリュ112と連結されている。各ボールスクリュ110、112はそれぞれDCモータ114、116に連結されており、各DCモータ114、116がNC装置118からの指令によって回転するとXテーブル104がガイド102に沿って移動し、Yテーブル108がガイド106に沿って移動するようになっている。そして各X、Yテーブル104、108が移動すると、Yテーブル108上に固定されたワーク120がX軸及びY軸に沿って移動するようになっている。またワーク120の上方にはコラム122が配置されており、このコラム122にはレーザ主軸124が固定されている。レーザ主軸124内には焦点レンズ126、ベンドミラー128が収納されており、レーザ主軸124には、NC装置118からの指令によってレーザ発信器130からのレーザ光132が導かれている。このレーザ光132はベンドミラー128で90度進行方向が変えられたあと焦点レンズ126を介してワーク120上に照射されるようになっている。すなわちレーザ主軸124からレーザ光132をワーク120上に照射することによってワーク120の指定の位置にレーザ加工穴を形成することができる。

【0003】 しかし、従来のレーザ加工機においては、図7及び図8に示されるように、外部振動や加工機自身の振動によりベンドミラー128及び焦点レンズ126など光学系のアライメントに狂いが生じるとレーザ光132の光軸と加工ポイント134との間にずれが生じたり、あるいはレーザ発信器130内部の共振器136のアライメントの狂いによってレーザ光132の光軸と加工ポイント134との間にずれが生じたりすることがある。このようなずれは光路長に比例して大きくなることが知られている。

【0004】 また光学系を清掃したあと光学系を再びセットすると、レーザ光132の光軸が加工ポイント134と同じ位置にならない場合がある。

【0005】 レーザ光132の光軸と加工ポイント134との位置ずれは、薄板板金などの切断加工ではあまり問題とならないが、プリント基板に穴あけ加工する際に

は問題となる。すなわち、薄板板金などの切断加工では、切断された板金の形状及び寸法が重要であり、素材との位置関係は要求されないので光学系の位置ずれによる影響は問題とならない。これに対して、プリント基板に穴あけ加工するに際しては、ワーク120と光学系との相対的な位置は精度が要求されるので、レーザ光132の光軸と、加工ポイント134との間に位置ずれが生じると、ワーク120の指定の位置にレーザ加工穴を正確に形成できずワーク120の加工品質が低下することになる。そこで、レーザ光132の光軸と加工ポイント134との位置ずれを目視によって確認し、この位置ずれがあったときには加工ポイントを修正する方法が採用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、加工ポイントの位置ずれを目視によって修正する方法では、ワーク120へレーザ光132を一担照射してワーク120にレーザ加工穴を形成し、レーザ加工穴を拡大鏡を用いて目視し、目分量からレーザ加工穴の位置及び加工ポイント134との位置ずれを確認し、このずれ量をNC装置118へ補正值として入力し、再びワーク120にレーザ光132を照射し、この結果を再び拡大鏡を用いて目視する操作を何度も繰り返さなければならず、修正作業が面倒であると共に正確な位置ずれ量を求めることができない場合がある。

【0007】本発明の目的は、レーザ光の光軸のずれに伴う加工ポイントのずれを自動的に修正することができるレーザ加工機の加工ポイント補正方法及びその装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明は、第1の方法として、座標情報に従って加工対象の指定の位置に機械加工穴を形成し、その後座標情報に従ってレーザ加工機のレーザ光の光軸を機械加工穴と同じ指定の位置に位置決めし、この状態でレーザ加工機から加工対象の機械加工穴に向けてレーザ光を照射して加工対象にレーザ加工穴を形成し、次に加工対象の機械加工穴とレーザ加工穴を被写体として撮像し、この撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成し、この座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正するレーザ加工機の加工ポイント補正方法を採用したものである。

【0009】第2の方法として、座標情報に従って加工対象の指定の位置にレーザ加工穴を形成し、その後座標情報に従って加工対象のレーザ加工穴と同じ指定の位置に機械加工穴を形成し、次に加工対象の機械加工穴とレーザ加工穴を被写体として撮像し、この撮像結果を画像

処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成し、この座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正するレーザ加工機の加工ポイント補正方法を採用したものである。

【0010】第1の装置として、座標情報に従って加工対象を測定位置に位置決めする第1位置決め手段と、第1位置決め手段により位置決めされた加工対象の指定の位置に機械加工穴を形成する機械加工手段と、座標情報に従ってレーザ加工機のレーザ光の光軸を機械加工穴と同じ指定の位置に位置決めする第2位置決め手段と、第2位置決め手段により位置決めされたレーザ加工機から加工対象に向けて照射されたレーザ光によるレーザ加工穴と機械加工手段による機械加工穴を被写体として撮像する撮像手段と、撮像手段の撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成する座標情報生成手段と、座標情報生成手段の生成による座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を算出する偏差算出手段と、偏差算出手段の算出による偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正する補正手段とを備えているレーザ加工機の加工ポイント補正装置を構成したものである。

【0011】第1の装置を含む第2の装置として、加工対象は、レーザ光に対して反射率の高い特性を示す高反射材とレーザ光に対して反射率の低い特性を示す低反射材とを接合した複合材から構成されているレーザ加工機の加工ポイント補正装置を構成したものである。

【0012】

【作用】前記した手段によれば、加工対象の指定の位置に機械加工穴とレーザ加工穴を形成し、加工対象の機械加工穴とレーザ加工穴を被写体として撮像し、この撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を求め、この座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として、機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標を補正するようにしたため、レーザ光の光軸のずれによって加工ポイントにずれが生じても、加工ポイントのずれを自動的に修正することができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

【0014】図1において、CO₂レーザ加工機10はベッド10、Xテーブル12、Yテーブル14、コラム16、スピンドル主軸18、CCDカメラ20、モニタ装置22、画像処理装置24、レーザ主軸26、レーザ発信器28、NC装置30などを備えて構成されてお

5

り、NC装置30からの指令に従ってYテーブル14上のワーク32に対してレーザ加工穴及び機械加工穴を形成できるようになっている。

【0015】ベッド10はほぼ平板上に形成されており、ベッド10の上面には一對のガイド30が平行になって固定されている。各ガイド34上にはXテーブル12が移動可能に配置されている。Xテーブル12の底部側にはネジ部が形成されており、このネジ部はガイド34と平行に配置されたボールスクリュ36と噛み合った状態になっている。そしてボールスクリュ36の端部はDCモータ38に連結されており、DCモータ38がNC装置30からの指令に従って回転すると、DCモータ38の回転に伴ってボールスクリュ36が回転しXテーブル12が各ガイド34に沿って平行移動するようになっている。またXテーブル12上には一對のガイド40が平行になって固定されており、各ガイド40上にはYテーブル14が移動可能に配置されている。このYテーブル14の底部側にはネジ部が形成されており、このネジ部は、各ガイド40と平行に配置されたボールスクリュ42と噛み合った状態になっている。このボールスクリュ42の端部はDCモータ44に連結されている。そしてDCモータ44がNC装置30からの指令に従って回転すると、DCモータ44の回転に伴ってボールスクリュ42が回転し、Yテーブル14がガイド40に沿って平行移動するようになっている。Yテーブル14上には加工対象としてのワーク32が固定されており、Xテーブル12、Yテーブル14が平行移動することにより、ワーク32がX軸及びY軸方向に沿って移動することになる。すなわち、X、Yテーブル12、14、ガイド34、40、DCモータ38、42、ボールスクリュ36、42、NC装置30は位置決め手段として構成されている。

【0016】コラム16はほぼコ字形に形成されてベッド10上に固定されている。このコラム16にはスピンドル主軸18、CCDカメラ20、レーザ主軸26が固定されている。スピンドル主軸18はその先端側にエンドミル（またはドリル）46を備えており、NC装置30からの指令に従ってエンドミル46を昇降及び回転駆動してワーク32の指定の位置に機械加工穴を形成する機械加工手段として構成されている。CCDカメラ20はその先端側に照明装置48を備えており、照明装置48によって照明されたワーク32を被写体として撮像し、撮像信号をモニタ装置22へ出力する撮像手段として構成されている。モニタ装置22の画面上にはCCDカメラ20の撮像信号による画像が画像表示されるようになっており、この画像と同じ内容の撮像信号が画像処理装置24に入力されるようになっている。画像処理装置24はCCDカメラ20からの撮像信号を画像処理してレーザ加工穴と機械加工穴の座標情報を生成する座標情報生成手段として構成されている。さらに、画像処理

6

装置24は、生成した座標情報を基に機械加工穴の位置を基準座標として機械加工穴の中心座標とレーザ加工穴の中心座標との偏差を算出する偏差算出手段を構成するようになっている。そしてこの算出結果はNC装置30に入力される。NC装置30は画像処理装置24で算出された偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正する補正手段を構成するようになっている。さらにNC装置32はワーク32を加工するための座標情報などが格納しており、座標情報を基にDCモータ38、44の駆動を制御するようになっている。またレーザ主軸26には焦点レンズ48とベンドミラー50が収納されており、レーザ主軸26にはレーザ発信器28からのレーザ光52が導かれている。このレーザ光52はベンドミラー50によって90度進行方向が曲げられ、その後レーザ主軸26の軸方向に沿って伝搬し、焦点レンズ48を介してワーク32上に照射されるようになっている。そしてワーク32上にレーザ光52が照射されると、ワーク32にはレーザ加工穴が形成されるようになっている。

【0017】上記構成において、ワーク32にレーザ加工を施すに際して、ワーク32として、図2に示されるように、レーザ光52に対して反射率の高い特性を示す銅材54、56、58とレーザ光52に対して反射率の低い特性を示す樹脂材60、62とが接合された複合材を用いる。このワーク32を加工ポイント補正用の治具としてYテーブル14上に固定する。このあと座標情報に従ってDCモータ38、44を駆動してワーク32を測定位置に位置決めする。このあとスピンドル主軸18を駆動してエンドミル46をワーク32側へ下降し、ワーク32の指定の位置に機械加工穴64を形成する。この機械加工穴64は銅材54及び樹脂材60に形成する。このあとXテーブル12、Yテーブル14を移動させてワーク32をレーザ主軸26の真下へ移動させる。この場合、スピンドル主軸18の位置とレーザ主軸26との位置を考慮してレーザ主軸26の光軸が機械加工穴64の中心と一致するように位置決めする。この状態でレーザ発信器28からワーク32に微少スポット光66を照射して樹脂材60にレーザ加工穴68を形成する。このレーザ加工穴68は機械加工穴64より径の小さい穴として形成される。更にレーザ光52を銅材56で反射させるために樹脂材60にのみレーザ加工穴68を形成する。

【0018】次に、機械加工穴64及びレーザ加工穴68がCCDカメラ20の真下となるようにXテーブル12、Yテーブル14を駆動してワーク32を指定の位置に位置決めする。この状態で照明装置48によってワーク32上を照明し、機械加工穴64とレーザ加工穴68を被写体として、これらの被写体をCCDカメラ20で撮像する。CCDカメラ20の撮像結果は、図5に示されるようにモニタ装置22の画面上に画像表示される。

この場合機械加工穴64の画像は陽影の画像70として表示され、レーザ加工穴68の画像72は陰影の画像として表示される。そしてこれらの画像情報と同じ内容の画像情報は画像処理装置24に入力され、画像処理装置24において機械加工穴64とレーザ加工穴68の座標情報が生成される。画像処理装置24において機械加工穴64とレーザ加工穴68の座標情報を生成するに際しては、まず画像70の画像情報を二値化して内部のしるめき部をフィルタリング処理によって埋めたあと、重*

$$\Delta X = X_2 - X_1$$

$$\Delta Y = Y_2 - Y_1$$

上記(1)、(2)式に従って機械加工穴64とレーザ加工穴68の中心座標の偏差を求めることができる。そしてこの偏差の座標(ΔX , ΔY)を加工ポイントの補正值としてNC装置30へ入力する。NC装置30が補正值を基に加工ポイントの座標情報を補正することにより、レーザ主軸26の光軸にずれがあっても、機械加工穴64の中心とレーザ加工穴68の中心を一致させることができる。この補正を行ったあと、ワーク32に実際のレーザ加工を施せば、ワーク32に加工ポイントにず

れない正確なレーザ加工を施すことができる。
【0021】また加工ポイントを補正するに際して、ワーク32にレーザ加工穴68を形成したあと機械加工穴64を形成することも可能である。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、加工対象の指定の位置に機械加工穴とレーザ加工穴を形成し、加工対象の機械加工穴とレーザ加工穴を被写体として撮像し、この撮像結果を画像処理して機械加工穴とレーザ加工穴の座標情報を生成し、この座標情報からレーザ加工穴の中心座標と機械加工穴の中心座標との偏差を求め、この偏差値をレーザ光の光軸のずれに伴う補正值として加工ポイントの座標情報を補正するようにしたため、レーザ光の光軸にずれが生じてもレーザ光による加工ポイントに位置ずれが生じるのを防止することができ、加工精度の向上に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

*心法を用いて画像70の中心座標(X_1 , Y_1)として求める。

【0019】次に、レーザ加工穴68の画像72の中心座標を同様の処理によって求め、この中心座標を(X_2 , Y_2)として求める。このあと機械加工穴64の位置、すなわち画像70の座標情報を基準として画像70と画像72の中心座標の偏差 ΔX , ΔY を次式に従って求める。

【0020】

$$\dots\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots\dots (2)$$

【図1】本発明の一実施例を示す構成図。

【図2】機械加工穴の形成方法を説明するための図。

【図3】レーザ加工穴を形成する方法を説明するための図。

【図4】機械加工穴とレーザ加工穴の撮像方法を説明するための図。

【図5】機械加工穴とレーザ加工穴の画像表示例を示す図。

【図6】従来例の構成図。

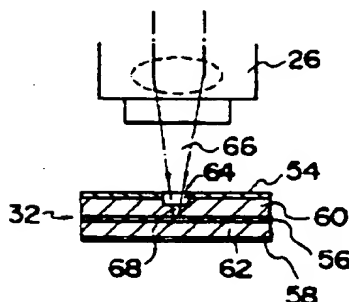
【図7】レーザ加工機の光学系の構成図。

【図8】レーザ加工機の光学系の構成図。

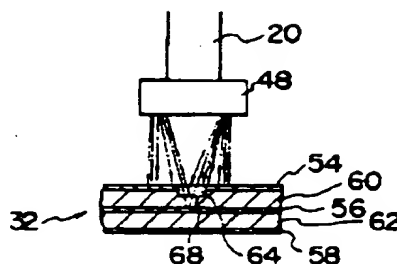
【符号の説明】

- 10 ベッド
- 12 Xテーブル
- 14 Yテーブル
- 16 コラム
- 18 スピンドル主軸
- 20 CCDカメラ
- 22 モニタ装置
- 24 画像処理装置
- 26 レーザ主軸
- 28 レーザ発信器
- 30 NC装置
- 32 ワーク
- 64 機械加工穴
- 68 レーザ加工穴

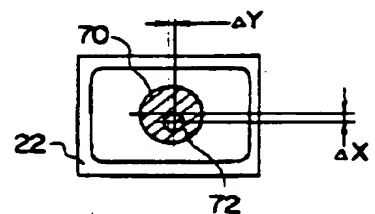
【図3】



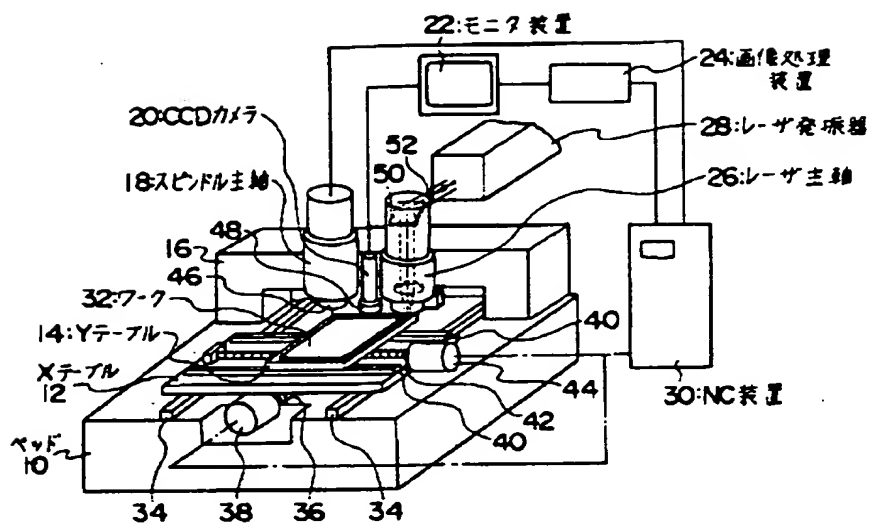
【図4】



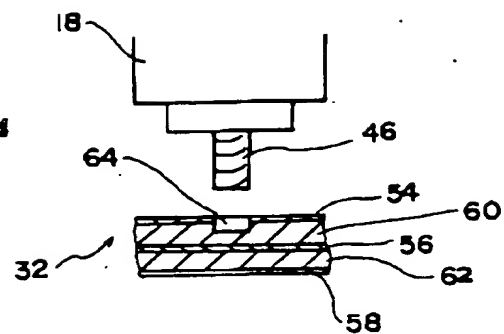
【図5】



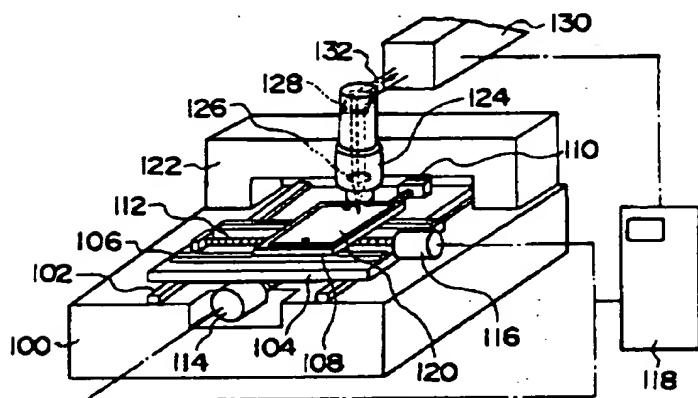
【図1】



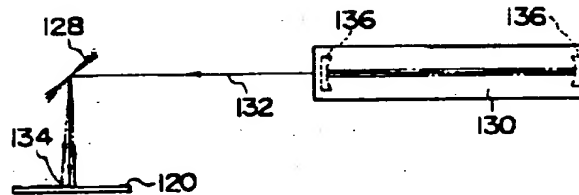
【図2】



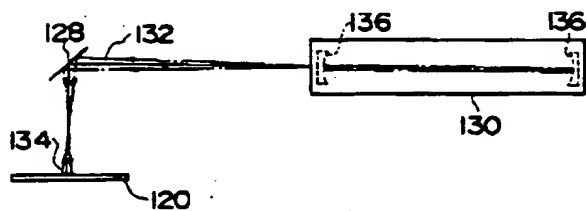
【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.